A Nehézvegyipari Kutató Intézet (igazgató: Szántó András dr.) biológiai és hatástani osztálya

A házilégy (*Musca domestica* L.) inszekticidekkel szembeni rezisztenciájának helyzete a sertéstelepeken

Írta: ***Szabó László dr.***

ÖSSZEFOGLALÁS

A házilégy inszekticidekkel szembeni rezisztenciájának magyarországi felderítésére 1983—85 között felmérést végeztek. A vizsgálatokat 18 állattartó telepről begyűjtött lárvákból, ill. bábokból kikelt imágók 3—5 napos korú nőstény egyedein végezték az ún. topikális kezeléssel, az eredményeket probitanalízissel értékelték. A rezisztenciaindex kiszámításához referenciatörzsként a WHO/SRS jelű érzékeny törzset használták. A vizsgált 9 inszekticid hatóanyag közül 2 (DDT, HCH) a klórozott szénhidrogének, 3 (triklórfon, DDVP, fenitrotion) a foszforsavészterek és 4 (tetrametrin, cipermetrin, permetrin, deltametrin) a piretroidok csoportjába tartozik.

Megállapították, hogy a DDT-vel szemben még mindig igen magas a rezisztencia, normál érzékenységű populációt nem találtak (1. táblázat). *A HCH-val szembeni rezisztencia már nem számottevő* (2. táblázat). *A foszforsavészterek közül a triklórfonnal szembeni rezisztencia a legmagasabb* (3. táblázat), *a populációk döntő többségénél többszázszoros. A DDVP-vel és a fenitrotionnal szembeni rezisztencia alacsonynak vagy mérsékeltnek mondható* (4—5. táblázat). *A piretroidok* (6—9. táblázat) *közül a cipermetrin iránt a legérzékenyebbek a populációk, míg a permetrinnel szemben több populáció mérsékelten rezisztens. A tetrametrinnel szemben két populáció erősen rezisztens. Legmagasabb rezisztenciát a deltametrinnél tapasztaltak. Néhány populáció érzékenységi szintje (LD_{50}) minden vizsgált piretroid iránt megemelkedett.*

РЕЗЮМЕ

Сабо, Л.: К ВОПРОСУ РЕЗИСТЕНТНОСТИ КОМНАТНОЙ МУХИ (MUSCA DOMESTIKA) К ИНСЕКТИЦИДАМ НА СВИНОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ ВЕНГРИИ

Для определения резистентности комнатной мухи к инсектицидам в Венгрии в 1983—85 годах проведены широкие исследования. 3—5-дневные самки, вылупившиеся из личинок и куколок, собранных на 18 животноводческих фермах, обрабатывались топикальным путем, а полученные данные подвергались пробитанализу. В качестве эталона использован штамм WHO/SRS. Среди изученных 9 действующих веществ 2 принадлежали к хлорированным углеводородам (DDT, HCH), 3 — к фосфорорганическим соединениям (трихлорфон, DDVP, фенитротион) и 4 — к пиретроидам (тетраметрин, циперметрин, перметрин, делтаметрин).

Обнаружено, что резистентность к DDT и по настоящее время очень высока и не была найдена популяция с нормальной чувствительностью к нему (Табл. 1). Резистентность к HCH уже незначительна (Табл. 2). Среди фосфорорганических соединений самая высокая резистентность обнаружена к трихлорфону (Табл. 3), у большинства популяций она была много-стократной. Резистентность к DDVP и фенитротиону была слабой или незначительной (Табл. 4, 5). Среди пиретроидов наиболее чувствительными оказались популяции к циперметрину, тогда как к перметрину у многих популяций наблюдалась умеренная резистентность (Табл. 6, 7, 8, 9). К тетраметрину две популяции были сильно резистентными. Наибольшая резистентность зарегистрирована к делтаметрину. Уровень чувствительности (LD_{50}) нескольких популяций к всем изученным пиретроидам повысилась.

SUMMARY

Szabó, L.: INSECTICIDE RESISTANCE OF HOUSEFLIES (*MUSCA DOMESTICA* L.) ON PIG FARMS

Bewteen 1983 and 1985, insecticide resistance of housflies was monitored in Hungary. Three to five days old female imagos, hatched from larvae and pupae, collected on 18 animal farms, were treated topically. The results were evaluated by probit analysis. To calculate the resistance index, the susceptible WHO/SRS housefly strain was used as a reference strain. Of the 9 examined active ingredients, 2 belonged to the group of organochlorine (DDT, HCH), 3 to the group of organophosphorous (dichlorvos, trichlorphon, fenitrothion) and 4 to the group of pyrethroid (tetramethrin, cypermethrin, permethrin, deltamethrin) insecticides.

It was established that resistance to DDT was still very high and none of the populations had normal susceptibility *(Table 1)*. Resistance to HCH is not significant anymore *(Table 2)*. Of the organophosphorous insecticides, resistance to trichlorphon was the highest *(Table 3)*, many hundredfold in the majority of populations. Resistance to DDVP and fenitrothion was found low or moderate *(Tables 4* and *5)*. Of the pyrethroid insecticides *(Tables 6* to *9)*, populations were the most susceptible to cypermethrin, many populations showed a strong resistance to permethrin. Two populations showed also a strong resistance against tetramethrin. The highest resistance was observed for deltamethrin. Susceptibility level (LD_{50}) of some populations increased to all examined pyrethroids.

ZUSAMMENFASSUNG

Szabó, L.: INSEKTIZIDRESISTENZ DER HAUSFLIEGE (*MUSCA DOMESTICA* L.) IN SCHWEINEANLAGEN

In Ungarn wurden in den Jahren 1983—1985 Serienuntersuchungen zur Insektizídresistenz der Hausfliege geführt. Man untersuchte 3—5 Tage alte wiebliche Imagines, die aus den in 18 Tieranlagen gesammelten Larven bzw. Puppen schlüpften; die Ergebnisse

der topischen Behandlung wurden nach der Probitanalyse ausgewertet. Die Errechnung des Resistenzindex erfolgte an Hand von Untersuchungen mit dem empfindlichen Stamm WHO/SRS als Referenz-Stamm. Man untersuchte die Resistenz 9 Insektiziden gegenüber, 2 darunter waren chlorierte Kohlenwasserstoffverbindungen (DDT und HCH), 3 andere waren Phosphorsäureester (Trichlorphon, DDVP und Phenitrothion), und 4 andere gehörten zu den Pyrethroiden (Tetramethrin, Cypermethrin, Permethrin und Deltamethrin).

Man konnte nach, wie vor, eine stark ausgeprägte Resistenz gegenüber DDT nachweisen, es waren keine Populationen mit normaler Empfindlichkeit diesem Insektizid gegenüber anzutreffen *(Tab. 1)*. Die gegenüber HCH sich entwickelte Resistenz war hingegen unbedeutend *(Tab. 2)*. Unter den Phosphorsäureestern hatte Trichlorphon eine überdurchschnittlich hohe Resistenz aufgewiesen *(Tab. 3)*, das Ausmaß der Resistenz war hier bei den meisten Populationen einige hundertefach erhöht. Gegenüber DDVP und Phenitrothion hatte sich nur eine schwache bis mittelstarke Resistenz ausgebildet *(Tabellen 4—5)*. Unter der Pyrethroiden *(Tab. 6—9)* wurde Cypermethrin als das empfindlichste befunden; gegen Permethrin hatten viele Populationen eine mittelstarke Resistenz entwicklet. Zwei Populationen hatten eine starke Tetramethrinresistenz aufgewiesen. Deltamethrin stand an erster Stelle im Hinblick auf Resistenzentwicklung. Bei manchen Populationen war eine Zunahme der Empfindlichkeit (LD_{50}) allen untersuchten Pyrethroiden gegenüber zu beobachten.

Адрес автора:
Author's address:
Adresse des Verfassers:

Veszprém
Pf. 160
8201

A házilégy (*Musca domestica* L.) köz- és állategészségügyi jelentősége közismert. Az ellene való védekezés komplex feladat, amelynek részét képezi a vegyszeres légyirtás is. A különböző típusú és viszonylag nagy számú irtószer ellenére a védekezésnek ez a módja nem teljesen hatásos. Az egyik legnagyobb gondot az irtószerekkel szemben kialakuló rezisztencia jelenti. A hatékony vegyszeres védekezésnek előfeltétele a természetes házilégy-populációk inszekticidérzékenységének az ismerete, mert csak ez alapján lehet szakszerű rovarirtószer-felhasználásról, okszerű vegyszerrotáción alapuló védekezéstechnológiáról beszélni.

Nemzetközi vonatkozásban a házilégy inszekticidrezisztenciájának óriási szakirodalma van, és szinte naponta jelennek meg közlemények, amelyek e kiterjedt probléma valamelyik aspektusát tárgyalják. A nagytömegű szakirodalom egyben a rezisztencia jelenségének tudományos, gyakorlati és a gazdasági súlyát is kifejezi.

A *klórozott szénhidrogényekkel* szembeni rezisztenciáról több összefoglaló munkában (1, 2, 9c, 9e) található részletes információ, amelyekből kitűnik, hogy a DDT-vel szembeni rezisztencia még napjainkban is igen magas annak ellenére, hogy legtöbb helyen már közel 20 éve nem alkalmazzák. A DDT-rezisztenciának nem csak perzisztenciája miatt van jelentősége napjainkban is, hanem azért, mert a *kdr-faktor* egy olyan DDT-vel szembeni rezisztencia mechanizmusa, amely egyidejűleg a piretroidokkal szemben is védelmet nyújt (15).

A *foszforsavészterek* csoportjába tartozó inszekticidek széles körű használata következtében a világ minden részén alakult ki rezisztencia velük szemben. Először Dániában (9a, 9b), az USA-ban (4) és Japán egyes részein (7) alakult ki multirezisztencia. Kelet-Európában a triklórfonnal szembeni rezisztencia a legmagasabb (12, 13, 14), míg Japánban a fenitrotionnal szembeni (17). Míg a természetes és szinergizált piretrinek hosszú idejű használata alatt is csak ritkán fordult elő rezisztencia (2, 3), addig a hosszú rezisztenciájú *fotostabil piretroidok* gyakorlati bevezetése óta eltelt 10 év alatt már sok jelzés érkezett természetes populációk rezisztenssé válásáról (6, 8, 9d, 10, 11). Elsősorban a permetrinnel szembeni rezisztenciáról szólnak a közlemények, mivel házilégy ellen ezt alkalmazzák a leggyakrabban. A laboratóriumokban a különböző piretroid hatóanyagokkal szemben mesterséges szelekcióval létrehozott igen magas fokú rezisztencia a potenciális veszélyre figyelmeztet (5, 16).

A magyar házilégy-populációk inszekticidérzékenységéről, ill. rezisztenciájáról kevés adat áll rendelkezésre. A 60-as évek elején (19) közöltek DDT-rezisztenciát néhány populációban, majd a 60-as évek végén végeztek 17 populációra kiterjedő DDT-rezisztencia-felmérést (20). A populációk 76,5%-át találták rezisztensnek, de a rezisztencia mértékét nem közölték. A foszforsavészterek közül 3 hatóanyagot vizsgáltak egy populációnál, de rezisztenciát nem mutattak ki.

A későbbiekben a 80-as évek közepén (18a, 18b) végeztek 2 populációban vizsgálatokat több klórozott szénhidrogén, foszforsavészter és piretroid bevonásával. A DDT-nél, triklórfonnál és tetrametrinnél nagyon magas rezisztenciát állapítottak meg.

A nemzetközi szakirodalom tükrében látva a házilégy inszekticidrezisztenciájának jelentőségét, ismerve a hazai helyzet kimunkálatlanságát és a gyakorlat igényét, a rezisztencia széles körű felmérésébe kezdtünk. *Célunk az volt, hogy az ország különböző pontjairól származó populációkat olyan módszerekkel vizsgáljuk, amelyek egzaktak, reprodukálhatóak és olyan számszerű eredményeket szolgáltatnak, amelyek alkalmasak a hazai és a nemzetközi összehasonlításra.* A vizsgálat részletes eredményei megjelenés alatt lévő munkáinkban találhatóak (18c, 18d, 18e). Ezúttal csak a gyakorlat számára legfontosabb eredményeket és megállapításokat foglaljuk össze.

Saját vizsgálatok

Anyag és módszer

Házilégytörzsek

1983—85 között az ország 18 pontjáról származó házilégy-populációt vizsgáltunk. A vizsgálati helyek megnevezését lásd az *ábrán*. A házilegyeket sertéstelepeken gyűjtöttük. Elsősorban a battériás tartási rendszerű telepeket kerestük fel, ahol a pangó trágya miatt a házilegyek nagy számban tenyésztek. A trágyában található lárvákat és bábokat bizonyos mennyiségű trágyával együtt műanyag konténerekbe helyeztük, és a vizsgálat helyére szállítottuk. Az így begyűjtött fejlődési alakokat a laboratóriumban neveltük tovább és a kikelt imágókat vizsgáltuk.

Az alapértékek felvételéhez érzékeny törzsként a WHO/SRS házilégytörzset használtuk (21). A nyűveket YMA nevű táptalajon (élesztő, tejpor, agar, víz) neveltük. Az imágókat kristálycukorral és vízzel tápláltuk, petézéskor pedig tejet is kaptak. A legyeket 26 ± 1 °C-on, 60 ± 5% relatív páratartalom és 16 órás megvilágítás mellett (150 lux) klímakamrákban tartottuk.



A házilégy-populációk gyűjtési helyei

Inszekticidek

A vizsgált 9 hatóanyag közül 2 (DDT, HCH) a klórozott szénhidrogének, 3 (triklórfon, DDVP, fenitrotion) a foszforsavészterek és 4 (tetrametrin, cipermetrin, permetrin, deltametrin) a piretroidok csoportjába tartozik. A hatóanyagok zömében 99% fölötti tisztaságúak voltak.

Toxicitási teszt

A vizsgálatokhoz 3—5 napos nőstény imagókat használtunk, amelyek átlagsúlya a WHO/SRS esetében 15—20 mg között mozgott, de a telepekről származó populációknál legtöbb esetben a 20 mg-ot is meghaladta. E populációkban a vizsgálatot megelőzően előkísérlettel állapítottuk meg az alkalmazandó dózistartományt. A vizsgálatok során hatóanyagonként olyan 5—7 dózisból álló hígítási sort alkalmaztunk, ahol az egyes dózisok egy geometriai sort képeznek. A kiindulási koncentrációt a hatóanyag és az aceton súly/térfogat százalékában állapítottuk meg, és az oldatot mindig közvetlenül a kezelés előtt készítettük. Az 1—5. populációnál dózisonként 10 ismétlést, ismétlésenként 10 legyet, a többinél dózisonként 3 ismétlést, ismétlésenként 20 legyet használtunk. A WHO/SRS törzsnél hatóanyagonként 10 különböző időpontban végeztünk vizsgálatot, 5—7 dózist alkalmazva. Dózisonként 10 ismétlést végeztünk, ismétlésenként 10 léggyel. A rezisztenciaindex számításához a 10 mérési eredményt átlagoltuk. Minden vizsgálatnál hatóanyagonként egy kezeletlen és egy acetonnal kezelt kontrollcsoportot alkalmaztunk.

A CO_2-dal altatott legyeket szexáltuk és a nőstényeket ún. topikális módszerrel kezeltük. A kezelést LV 65 típusú automatikus mikroapplikátorral végeztük 1 μl oldatot juttatva a tor dorsalis részére. A DDT, triklórfon és tetrametrin esetében néhány populációnál a magas dózisok csak többszöri kezeléssel voltak kijuttathatók. Ezekben az esetekben egy alkalommal csak 2 μl oldatot vittünk fel, majd annak beszáradása után szükség szerint megismételtük a kezelést. A kezelt legyeket ismétlésenként 250 cm^3 űrtartalmú műanyag edényekbe helyeztük és tüllel zártuk le. Az expozíció alatt klímakamrában tartottuk őket 24 ± 1 °C-os hőmérsékleten, 65 ± 5% relatív páratartalom, 200—250 lux erősségű és 16 órás időtartamú megvilágítás mellett. Az értékelést 24 óra múlva végeztük a láthatóan elpusztult egyedek számbavételével.

Az adatok statisztikai feldolgozása

Az adatokat számítógépes program segítségével probitanalízissel értékeltük, megállapítva az LD_{50}, LD_{95} (a DDT és HCH-nál az LD_{90}) értékeket μg/♀ dimenzióban. A probit-regressziós egyenes jellemzésére megadjuk a regressziós együtthatót és szórását. A rezisztenciaindexet a természetes populáció és az érzékeny törzs LD_{50}, ill. LD_{95} értékeinek a hányadosa adja. Ez az érték azt fejezi ki, hogy a természetes populáció hányszor rezisztensebb az érzékeny törzsnél.

Eredmények

Klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztencia

A *DDT*-re vizsgált 17 populációból normál érzékenységűt nem találtunk *(1. táblázat)*. Az LD_{50}-értékekből számított rezisztenciaindexek alapján a populációk mindegyikénél nagyon magas a rezisztencia. Az egyes populációk érzékenységében jelentős eltérések vannak. A legmagasabb értéket, 1820-szoros rezisztenciát az 5-ös populációnál mértük. A rezisztenciaindex 5 populációnál magasabb volt 1000-nél, 5 populációnál 500—1000 között, 5-nél 250—500 között és 1-nél 180-szoros volt.

1. táblázat

A DDT dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (μg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	825,7	737,7	924,3	2,7 ± 0,43	656
2.	469,3	400,5	549,9	2,2 ± 0,49	373
3.	1808,9	1549,4	2111,8	3,4 ± 1,06	1438
4.	1345,1	1230,2	1461,4	3,0 ± 0,59	1069
5.	2289,4	1323,2	3961,2	1,3 ± 0,68	1820
6.	749,4	492,5	1140,4	2,4 ± 0,41	595
7.	697,1	562,3	864,1	1,8 ± 0,64	554
8.	505,6	296,9	554,3	1,8 ± 0,63	322
9.	1310,7	977,3	1724,3	1,5 ± 0,40	1042
10.	1596,3	1158,7	2199,2	1,7 ± 0,72	1269
11.	226,6	131,9	389,3	1,6 ± 0,66	180
12.	460,5	349,0	607,7	1,8 ± 0,63	366
13.	731,5	587,1	981,6	1,9 ± 0,62	581
14.	419,9	332,9	529,7	2,4 ± 0,66	333
15.	692,2	571,3	838,7	2,1 ± 0,65	550
16.	1618,9	836,2	3134,3	1,8 ± 0,90	1287
17.	320,0	218,9	467,7	1,7 ± 0,64	254
WHO/SRS (Érzékeny)	1,2	0,8	1,8	0,8 ± 0,16	—

HCH-ra 14 populációt vizsgáltunk. Megállapíthatjuk *(2. táblázat)*, hogy napjainkban a HCH-val szembeni rezisztencia már alacsonynak mondható. A rezisztenciaindex csak egy populációban haladta meg a 10-et, 3-nál 5—10 között, a többinél 5 alatt volt. Egy populáció (16-os) még az összehasonlító törzsnél is érzékenyebbnek bizonyult a HCH iránt.

Foszforsavészterekkel szembeni rezisztencia

A *triklórfon*ra vonatkozó eredményeket feltüntető *3. táblázat* alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált 17 populáció mindegyike rezisztens volt. A rezisztencia mértéke változó, de a populációk döntő többsége a magas, ill. nagyon magas kategóriába sorolható. Az LD_{50}-értékekből számított rezisztenciaindex 1 populációnál 17,8-szeres, 2-nél 50—100 közötti, 10-nél 100—200 közötti és 4-nél

2. táblázat

A HCH dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (μg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	0,49	0,43	0,57	1,8±0,23	3,1
2.	0,44	0,35	0,55	1,5±0,54	2,8
3.	1,23	0,36	4,10	0,8±0,30	7,7
4.	0,34	0,21	0,55	1,5±0,50	2,1
5.	1,35	1,14	1,60	2,7±0,84	8,6
6.	0,41	0,27	0,62	1,0±0,49	2,6
7.	1,82	0,99	3,35	1,1±0,69	11,5
10.	0,36	0,22	0,61	1,7±0,58	2,3
11.	0,48	0,38	0,60	1,9±0,43	3,0
12.	1,13	0,98	1,29	2,2±0,52	7,1
13.	0,16	0,10	0,28	1,1±0,38	1,7
15.	0,76	0,59	0,99	1,3±0,37	4,8
16.	0,13	0,08	0,21	1,4±0,44	0,8
18.	0,45	0,33	0,59	1,2±0,36	2,8
WHO/ SRS (Érzékeny)	0,15	0,13	0,18	2,4±0,37	—

200 fölötti értéket mutat. A triklórfonnal szembeni rezisztencia helyzete ott a legveszélyesebb, ahol magas LD_{50}-értékekhez alacsony regressziós együttható párosul, vagyis a probit-regressziós egyenes lapos. Az ilyen populációkban ugyanis nagy számban vannak jelen a magas rezisztenciáért felelős géneket hordozó egyedek. A szelekciós nyomás fokozásával (a dózis emelésével) ezek az egyedek gyorsan szelektálódnak és a rezisztencia mértéke tovább nő.

A *diklórfosz (DDVP)*-szal szembeni rezisztencia alakulása szerencsére kedvezőbb *(4. táblázat)*. Itt csak néhány populációnál beszélhetünk kis mértékű rezisztenciáról. Az LD_{50}-értékekből számított rezisztenciaindex 1 populációnál volt nagyobb 10-nél, 2-nél 5—10 között, a többinél pedig 5 alatt volt. A regressziós együtthatók értékei elég magasak, ami azt jelenti, hogy a populációk homogének a DDVP-vel szembeni rezisztencia vonatkozásában, nem tartalmaznak magas rezisztenciáért felelős géneket hordozó egyedeket. Ez alól kivétel a 16-os populáció, amelynél már megkezdődött az erőteljesebb szelektálódás.

4. táblázat

A diklórfosz dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (μg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	0,33	0,30	0,37	2,9±0,42	7,6
2.	0,22	0,21	0,24	3,6±0,51	5,1
3.	0,20	0,14	0,29	3,2±0,34	4,7
4.	0,10	0,09	0,11	3,8±0,77	2,3
5.	0,43	0,36	0,50	2,3±0,39	9,8
6.	0,34	0,28	0,42	3,1±1,00	7,8
7.	0,29	0,25	0,35	2,4±0,58	6,7
8.	0,17	0,13	0,23	2,0±0,72	4,0
9.	0,18	0,15	0,20	2,8±0,55	4,0
10.	0,35	0,29	0,43	2,4±0,61	8,1
11.	0,20	0,17	0,23	2,9±0,71	4,6
12.	0,22	0,18	0,25	2,9±0,63	5,0
15.	0,27	0,23	0,31	2,6±0,48	6,1
16.	0,69	0,57	0,85	1,8±0,40	15,9
18.	0,18	0,15	0,22	1,9±0,42	4,1
WHO/ SRS (Érzékeny)	0,04	0,03	0,05	2,5±0,36	—

3. táblázat

A triklórfon dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (μg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	133,4	114,6	155,2	1,8±0,24	144
2.	16,4	12,6	21,3	1,4±0,37	17
3.	101,4	83,5	123,2	2,4±0,65	109
4.	47,4	40,5	56,0	1,0±0,27	51
5.	164,4	132,1	204,6	1,6±0,39	178
6.	72,2	60,2	86,7	2,2±0,56	78
7.	113,1	85,0	150,4	1,2±0,36	122
8.	104,1	75,0	144,3	0,9±0,19	112
9.	159,8	119,4	213,7	1,2±0,36	173
10.	200,6	142,7	282,0	1,0±0,36	217
11.	215,6	170,2	273,0	1,4±0,40	233
12.	107,9	74,8	155,7	0,9±0,35	117
13.	130,1	105,4	160,6	1,7±0,39	141
14.	142,5	104,7	193,9	1,1±0,36	154
16.	223,7	179,0	279,6	1,8±0,41	242
17.	104,8	81,7	134,6	1,4±0,37	113
18.	241,0	162,5	357,5	1,4±0,55	261
WHO/ SRS (Érzékeny)	0,9	0,7	1,1	2,0±0,33	—

5. táblázat

A fenitrotion dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (μg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	3,64	3,06	4,32	2,2±0,43	11,8
2.	0,82	0,71	0,95	1,8±0,26	2,6
3.	1,85	1,61	2,13	3,4±0,70	6,0
4.	0,55	0,49	0,62	2,7±0,39	1,8
5.	5,11	3,79	6,89	1,3±0,51	16,6
6.	1,93	1,54	2,42	1,6±0,38	6,3
7.	2,52	2,04	3,11	1,6±0,28	8,2
8.	2,62	2,12	3,24	1,6±0,39	8,5
9.	1,48	1,17	1,82	1,7±0,41	4,7
10.	3,64	3,03	4,37	2,1±0,55	11,8
11.	6,35	5,15	7,81	2,2±0,60	20,6
12.	2,03	1,63	2,51	2,1±0,58	6,6
13.	1,93	1,51	2,46	1,4±0,38	6,3
15.	2,10	1,56	2,83	1,1±0,36	6,8
17.	2,11	1,70	2,61	2,1±0,57	6,8
18.	1,58	1,26	1,98	1,6±0,40	5,1
WHO/ SRS (Érzékeny)	0,30	0,23	0,40	1,6±0,34	—

6. táblázat

A tetrametrin dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (µg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján
		alsó	felső		
1.	1,92	1,57	2,36	1,8±0,75	3,3
2.	0,72	0,60	0,87	1,4±0,23	1,2
3.	58,65	32,94	96,64	0,6±0,34	101,4
4.	94,58	66,64	134,24	1,0±0,39	163,5
5.	6,45	4,78	8,71	1,0±0,23	11,1
6.	3,83	2,82	5,19	1,8±0,49	6,6
7.	0,73	0,60	0,90	1,4±0,28	1,2
8.	1,34	1,01	1,78	2,3±0,67	2,3
10.	3,02	2,36	3,86	1,5±0,33	5,2
11.	2,49	1,96	3,18	1,5±0,38	4,3
12.	0,89	0,71	1,12	1,5±0,31	1,5
14.	0,42	0,26	0,69	1,2±0,40	0,7
15.	0,31	0,25	0,38	2,3±0,53	0,5
16.	0,79	0,64	0,97	1,7±0,33	1,3
17.	0,54	0,39	0,73	1,2±0,29	0,9
WHO/SRS (Érzékeny)	0,57	0,48	0,69	1,9±0,32	—

7. táblázat

A cipermetrin dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (µg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	0,03	0,03	0,04	2,3±0,30	1,2
2.	0,02	0,02	0,03	2,0±0,36	0,9
5.	0,28	0,23	0,34	1,6±0,24	9,3
6.	0,21	0,18	0,26	2,4±0,61	7,1
7.	0,01	0,01	0,02	1,6±0,37	0,5
9.	0,10	0,08	0,11	1,9±0,28	3,3
10.	0,14	0,12	0,17	2,0±0,43	4,8
11.	0,05	0,05	0,06	3,4±0,50	2,9
12.	0,03	0,03	0,04	2,3±0,42	1,1
13.	0,01	0,00	0,01	2,0±0,45	0,4
14.	0,02	0,02	0,03	2,5±0,53	0,8
15.	0,04	0,02	0,10	1,4±0,52	1,5
16.	0,02	0,01	0,03	2,2±0,63	0,8
17.	0,01	0,01	0,02	1,9±0,46	0,5
18.	0,01	0,01	0,02	2,0±0,47	0,5
WHO/SRS (Érzékeny)	0,03	0,02	0,03	2,1±0,29	—

8. táblázat

A permetrin dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (µg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján)
		alsó	felső		
1.	0,09	0,08	0,10	3,0±0,38	1,4
2.	0,05	0,04	0,05	2,4±0,32	0,8
3.	0,33	0,28	0,40	2,9±0,63	5,2
4.	0,49	0,42	0,56	3,1±0,63	7,5
5.	0,87	0,73	1,04	1,9±0,35	13,5
6.	0,27	0,20	0,37	1,5±0,85	4,3
7.	0,04	0,04	0,05	2,2±0,37	0,7
8.	0,30	0,21	0,42	1,9±0,50	4,7
9.	0,33	0,22	0,50	1,3±0,40	5,2
10.	0,74	0,37	1,45	1,4±0,63	11,4
11.	0,08	0,07	0,11	2,1±0,52	1,3
12.	0,04	0,02	0,06	1,8±0,57	0,6
14.	0,11	0,09	0,14	1,8±0,44	1,7
15.	0,03	0,02	0,03	2,0±0,72	0,4
16.	0,06	0,04	0,08	2,2±0,61	0,9
17.	0,05	0,04	0,06	2,0±0,44	0,8
18.	0,10	0,08	0,14	2,1±0,65	1,6
WHO/SRS (Érzékeny)	0,06	0,05	0,07	2,5±0,44	—

9. táblázat

A deltametrin dózis-mortalitás adatai

A populációk száma	LD_{50} (µg/♀)	Konfidencia-intervallum (95%)		Regressziós együttható és szórása (95%)	Rezisztenciaindex (LD_{50}-értékek alapján
		alsó	felső		
5.	0,0385	0,0316	0,0469	1,6±0,26	25,6
6.	0,0262	0,0217	0,0316	1,9±0,34	17,4
7.	0,0037	0,0032	0,0043	2,4±0,50	2,4
9.	0,0034	0,0029	0,0041	2,1±0,47	2,2
10.	0,0268	0,0217	0,0331	2,3±0,61	17,8
11.	0,0097	0,0082	0,0114	2,3±0,45	6,4
12.	0,0038	0,0033	0,0045	2,4±0,42	2,5
13.	0,0082	0,0070	0,0098	2,2±0,45	5,4
14.	0,0083	0,0071	0,0097	2,5±0,47	5,5
15.	0,0018	0,0014	0,0023	1,9±0,42	1,2
16.	0,0041	0,0034	0,0048	2,2±0,38	2,7
17.	0,0046	0,0036	0,0059	1,4±0,30	3,0
18.	0,0085	0,0073	0,0100	2,3±0,39	5,6
WHO/SRS (Érzékeny)	0,0015	0,0012	0,0018	1,8±0,36	—

A *fenitrotion*ra vizsgált 16 populációból a rezisztencia mérsékeltnek vagy alacsonynak mondható az LD_{50}-értékekből számított rezisztenciaindexek alapján *(5. táblázat)*. A rezisztenciaindex 1 populációnál haladta meg a 20-at, 3-nál 10—20 között, 9-nél 5—10 között és 3-nál 5 alatt volt. A regressziós együtthatók értékeinek alakulása a populációk homogenitását jelzi.

Piretroidokkal szembeni rezisztencia

A *tetrametrin*re vonatkozó adatokat a *6. táblázat* tartalmazza. A vizsgált 15 populációból a rezisztenciaindex 2-nél 100 fölött volt, 1-nél nagyobb mint 10, 2-nél 5—10 között, 7-nél 1—5 között és és 3-nál 1 alatt volt. A 3-as és 4-es populációknál kiugróan magas volt a rezisztencia, de figyelmet érdemel az 5-ös és 6-os populáció is.

A *cipermetrin*nel szembeni rezisztencia volt a legalacsonyabb valamennyi piretroid közül *(7. táblázat)*, vagyis a populációk e hatóanyag iránt a legérzékenyebbek. A vizsgált 15 populációból a rezisztenciaindex 2-nél több, mint 5-szörös, 6-nál 1—5 közötti és 7-nél alacsonyabb volt, mint az összehasonlítás alapjául szolgáló törzsé.

A *permetrin*re vonatkozó adatokat a *8. táblázat* tartalmazza. Ebből látható, hogy a vizsgált 17 populációból a rezisztenciaindex 2-nél nagyobb, mint 10, 3-nál 5—10, 6-nál 1—5 közötti volt, míg 6 populáció érzékenyebbnek bizonyult, mint az összehasonlítás alapjául szolgáló törzs. A legmagasabb értékeket az 5 és 10-es populációkban kaptuk, amelyeknél már mérsékelt rezisztenciáról beszélhetünk. Ezt erősítik meg az átlagosnál alacsonyabb regressziós együttható értékek is.

A *deltametrin*nél *(9. táblázat)* tapasztaltuk a legnagyobb rezisztenciaértékeket a vizsgált 4 piretroid közül, leszámítva a tetrametrinnel szemben kimagaslóan magas rezisztenciájú két populációt. Ezt az is alátámasztja, hogy a többi hatóanyagtól eltérően itt nem találtunk az összehasonlító törzsnél érzékenyebb populációt. A vizsgált 13 populációból 1-nél 20 fölötti, 2-nél 10—20, 4-nél 5—10 és 6-nál 1—5 közötti rezisztenciaindexet állapítottunk meg. Ha a regressziós együttható értékeit vizsgáljuk, akkor azt az érdekes képet látjuk, hogy két kivételtől eltekintve a vizsgált populációk probit-regressziós egyenesei meredekebbek, mint a WHO/SRS törzs átlagértékei.

Megbeszélés

A felmérés eredményei egyértelműen bizonyítják, hogy magyarországi sertéstelepeken található természetes házilégy-populációkban megindult a rezisztencia kialakulása az irtásukra használt inszekticidekkel szemben. Ezt a tényt a szerek okszerű rotációján alapuló védekezéstechnológiák kialakításánál figyelembe kell venni. A rezisztencia mértéke azonban nem egyforma az általunk vizsgált hatóanyagoknál.

A *DDT*-nél kapott eredményekből láthatjuk, hogy a populációk rezisztenciája még mindig igen magas annak ellenére, hogy már közel 20 éve nem alkalmazzák. A nagyfokú DDT-rezisztencia igazi jelentőségét csak akkor tudjuk majd reálisan felmérni, ha tisztázódik, hogy a rezisztencia kialakulásában milyen mechanizmusok játszanak szerepet. Az már az eddigi eredményekből is látható, hogy a populációk döntő többségénél a rezisztencia a mikroszomális és a DDT-dehidroklorináz okozta enzimatikus detoxikáció révén alakult ki. A *kdr*-típusú DDT-rezisztenciánál ugyanis keresztrezisztencia van minden piretroidra. Az általunk vizsgált populációk közül azonban csak néhánynál (3, 4, 5, 6, 10, 11-es populációk) merülhet fel ez a gyanú. Hogy ezeknél valóban *kdr*-típusú rezisztenciáról van-e szó, azt most vizsgáljuk.

A *szerves foszfátok* közül a triklórfonnal szembeni magas vagy nagyon magas rezisztencia veszélyes, mivel ezt a hatóanyagot még ma is intenzíven alkalmazzák a házilégy elleni védekezésben. Eredmény a felhasználási dózis emelésével sem érhető el, mert ez a rezisztencia ugrásszerű emelkedéséhez vezet. A populációkban a magas rezisztenciáért felelős géneket hordozó egyedek már olyan mértékben szelektálódtak (amit a lapos probit-regressziós egyenesek jeleznek), hogy ez a folyamat megállíthatatlan. Kedvezőbb a helyzet a DDVP esetében, amelynél ez a szelektálódás még nem történt meg. A fenitrotionnál található viszonylag nem magas rezisztencia feltételezhetően keresztrezisztencia eredménye, mivel ismereteink szerint, Magyarországon ilyen típusú hatóanyagot nem alkalmaztak.

A felmérés eredményei talán a *piretroidok* vonatkozásában a legizgalmasabbak. A piretroidok legújabb, hosszú perzisztenciájú generációja sok olyan előnyös tulajdonsággal rendelkezik, amely a házilégyirtásban való felhasználásuk mellett szól egyértelműen. Ugyanakkor tudomásul kell venni, hogy ezek sem csodaszerek. Szakszerűtlen és mértéktelen használatuk gyors rezisztenciakialakuláshoz vezethet. *A felmérés eredményei bizonyítják, hogy* néhány populációban a rezisztencia kialakulása már egyértelműen megkezdődött. A piretroidok használata hazánkban még a kezdetén tart és nem általános. Ezért az általunk felvett érzékenységi adatok alapszinteknek is tekinthetőek, és jó összehasonlítási alapot biztosítanak a jövő számára. Ezért a piretroidokkal szembeni rezisztencia jövőbeni alakulása egzakt módon nyomon követhető lesz ezekben a populációkban.

Jó lenne, ha a jövőben egy új inszekticid hatóanyagcsoport vagy egy új légyirtó szer bevezetését az érzékenységi alapszintek felvétele előzné meg, mert így nyomon lehetne követni, hol tart a rezisztencia kialakulása és még időben lehetne közbelépni. Szükségesnek tartjuk továbbá azt, hogy az ilyen felmérések más hatóanyagok vonatkozásában is folytatódjanak, annak érdekében, hogy minél több mozaik gyűljön össze a rezisztencia nagy és bonyolult képének összeállításához a tudomány és a gyakorlat problémáinak megoldása végett.

A szerző hálás köszönetét fejezi ki a lelkiismeretes és gondos technikai munkáért *Ménesiné Bakonyvári Ildikó*nak, *Várallyai Csillá*nak és *Mészáros Zsuzsanná*nak.

Köszönetet mond továbbá *Faller József*nek, a KA-HYB győri kirendeltsége vezetőjének, aki a mintagyűjtés megszervezésében segített, valamint mindazoknak az állatorvos és állattenyésztő kollégáknak, akik a mintavételezéseknél segítettek.

IRODALOM

1. *Brown, A. W. A.:* The spread of insecticide resistance in pest species. In: Advances in pest control research (Ed.: *Metcalf, R. L.*) Intersci. Publ., 1958. 351. — 2. *Brown, A. W. A.—Pal, R.:* World Health Org. Monogr. Series N° 38. Geneva, 1971. 491. — 3. *Fine, B. C.:* Pyrethrum Post, 1963. 7. 18. — 4. *Georghiou, G. P.—Hawley, M. K.:* WHO Bull., 1971. 45. 34. — 5. *Golenda, C. F.—Forgash, A. J.:* J. Econ. Entomol., 1985. *78.* 19. — 6. *Harris, C. R.—Turnbull, S. A.—Whistlecraft, J. W.:* Can. Entomol., 1982. 114. 447. — 7. *Hayashi, A.—Hatsukade, M.* et al.: Jap. J. Sanitary Zool., 1971. 22. 161. — 8. *Hinkle, N. C.—Sheppard, D. C.—Nolan, M. P.:* J. Econ. Entomol., 1985. *78.* 722. — 9a. *Keiding, J.:* Science, 1956. 123, 1173. — 9b. *Keiding, J.:* Ann. Appl. Biol., 1959. 47. 612. — 9c. *Keiding, J.:* Resistance in the housefly in Denmark and elsewhere. In: Pesticide management and insecticide resistance (Eds: *Watson, D. L.—Brown, A W. A.*) Acad. Press. 1977. 261. — 9d. *Keiding, J.:* Insecticide resistance in houseflies. In: Danish Pest Infestation. Laboratory Annual Report. 1977. 1978. 37. — 9e. *Keiding, J.:* WHO Expert Comm. Vect. Diseases, Geneva, 1980. 1. — 10. *Künast, C.:* Z. Angew. Zool., 1979. *66.* 385. — 11. *Motoyama, N.:* J. Pesticide Sci., 1984. 9. 523. — 12. *Müller, P.:* Z. Gesamt. Hyg., 1977. 23. 167. — 13. *Rupes, V.—Chmela, J.* et al.: Acta Hyg. Epidem., Microbiol., 1974. 4. 122. — 14. *Rupes, V.—Pinterova J.* et al.: Intern. Pest Cont., 1983. 25. 106. — 15. *Sawicki, R. M.:* Pestic. Sci., 1973 4. 501. — 16. *Scott, J. G.—Shono, T.—Georghiou, G. P.:* Experientia, 1984. 40. 1416. — 17. *Shono, T.—Masuhisa, T.:* Appl. Entomol. Zool., 1983. 18. 98. — 18a. *Szabó L.:* Növényvédelem, 1984. *20.* 202. — 18b. *Szabó L.:* 16th Congr. Hung. Biol. Soc., Veszprém, 1984. 91. — 18c. *Szabó, L.:* Parasit. Hung. 19. (Megj. alatt). — 18d. *Szabó, L.:* Parasit. Hung. 19. (Megj. alatt). — 18e. *Szabó, L.:* Parasit. Hung. 19. (Megj. alatt). — 19. *Sztankayné G. M.—Zoltai N.:* Egészségtudomány, 1963. 7. 118. — 20. *Sztankayné G. M.—Erőss J.:* Magy. Áo. Lapja, 1970. *25.* 357. — 21. WHO: WHO Vect. Cont., 1965. 113. 7.

Közlésre érk.: 1987. febr. 19.